# تأثیر زئولیت برکلروفیل، منیزیم و جذب آنتیموان توسط گندم در خاک‌های آلوده به جنگ افزارها و سلاح‌های شیمیایی

علی آزوغ [۱]، سید کیوان مرعشی [۲*]، تیمور بابائی نژاد [۳]،
۱ و ۲ - گروه زراعت، ۳- گروه خاکشناسی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

**چکیده**

آثار زیانبار به کارگیری جنگ افزارها به‌صورت اثرات اولیه و ثانویه آلودگی یکی از آسیب‌های جدی به محیط زیست به‌خصوص خاک و گیاه است. از محدودیت‌های اصلی کشت گندم در خاک‌های آلوده مناطق جنگی وجود غلظت‌های بالای عناصر سنگین به‌خصوص آنتیموان می‌باشد. استفاده از زئولیت گزینه مناسب برای رفع مشکل خاک‌های آلوده مناطق جنگی تحت کشت گندم می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی اثر زئولیت طبیعی بر کلروفیل ، منیزیم و جذب آنتیموان موجود در خاک‌های آلوده به سلاح‌های جنگی توسط گندم می‌باشد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار برای هر گلدان انجام گردید. تیمارها شامل چهار سطح زئولیت۲/۵ ($a_4$)، ۱/۵($a_3$)، ۰/۵($a_2$)، صفر ($a_1$) درصد از وزن خاک و دو سطح خاک، یک سطح خاک خارج از محل جنگ (بدون آلودگی) ($b_1$) و سطح دیگر مربوط خاک آلوده به سلاح‌های جنگی ($b_2$) انجام پذیرفت. نتایج نشان داد خاک‌های آلوده به جنگ افزارها، موجب افزایش غلظت آنتیموان در گندم شد. همچنین کاربرد تیمارهای زئولیت در خاک آلوده سبب کاهش معنی‌دار این عنصر در گیاه گردید. ضمنا با اعمال بیشترین سطح کاربردی زئولیت، شاخص کلروفیل و مقدار منیزیم گیاه در هر دو خاک افزایش معنی‌دار نشان داد.

**کلمات کلیدی:** جنگ‌افزارها، آلودگی، زئولیت، آنتیموان، کلروفیل.

**مقدمه**

رشد روزافزون جمعیت،افزایش آلودگی محیط زیست، سلامتی و حیات موجودات زنده به ویژه انسان را با خطر جدی مواجه ساخته است (فتحی و چرم،۱۳۹۲). جنگ یکی از عوامل آلوده شدن محیط زیست است (Leniny, 2000). در تهاجم عراق به ایران ۱۶۰۰۰ کیلومترمربع از خاک ایران بیشترین اثرات را متحمل شدند. آلودگی مین، مواد منفجره شیمیایی بجا مانده از جنگ در طول ۱۱۰۰ کیلومتر از مرزهای غرب و جنوب غربی ایران با مساحت ۴/۲ میلیون هکتار بالغ بر ۱۶ میلیون انواع مین‌های انفجاری و سایر مهمات بکاررفته و بقایای مواد آن در داخل خاک ایران مدفون شده است(قربانی و همکاران ،۱۳۸۸). در جنگ عراق علیه ایران، عراق ۳۵۰۰ بار مناطق مرزی و مسکونی ایران را بمباران شیمیائی و ۴۷۷۰ بار مناطق مسکونی و مرزی ایران با دیگر سلاح‌های جنگی بمباران کرد (عبدالحلیم،۱۳۸۰). طبق گزارشات و تحقیقات به عمل آمده از خاک اطراف خرمشهر آلودگی عناصر سنگین ناشی از بمباران‌ها و ادوات جنگی و سلاح‌های ناشی از جنگ تا حد چندین برابر غلظت مجاز دیده می‌شود (قنبری زاده و چرم،۱۳۸۱). فلزات سنگین، بر خلاف آلاینده‌های آلی تجزیه بیولوژیکی یا شیمیایی نمی‌شوند و بنابراین مدت زمان طولانی در خاک باقی می‌مانند(Ming and Mumpton, 1989). آنتیموان اغلب به شکل Sb(III) به نام آنتیمونیت و یا Sb(v) به ترتیب در حال کاهش و آکسایشیافت می‌شود. در شرایط اکسیدی، گونه غالب آنتیموان در محلول خاک Sb(v) است که می‌تواند همانند آنیون‌های فسفات و آرسنات توسط ذرات خاک ثبیت شود. آنتیموان عنصر غیرضروری برای گیاهان و حیوانات است ولی می‌تواند به آسانی توسط گیاه جذب شود(سادات.عراقی شهری و همکاران،۱۳۹۳). مواد مختلفی تا کنون برای کاهش تحرک فلزات سنگین در خاک و جلوگیری از انتقال آنها به گیاهان استفاده شده که می‌توان به کانی‌های رسی بخصوص زئولیت ارشاره کرد(فتحی و چرم،۱۳۹۲).

زئولیت‌هاکریستال‌های آلومینوسیلیکاته آبدار ازعناصر گروه III جدول تناوبی به خصوص سدیم ، پتاسیم ، منیزیم ، کلسیم ، استرانسیم و باریوم هستند. زئولیت‌ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی موجودند(حسینی ابری و همکاران، ۱۳۸۶). انصاری

مهابادی و همکاران (۱۳۸۲) اکثر زئولیت طبیعی ایران از نوع کلینوپتیلولیت گزارش کرده اند، آنان تاثیر این نوع زئولیت بر تثبیت کادمیوم در خاک‌های آلوده استان گیلان بررسی و بیان کردند که کاربرد زئولیت در خاک شستشوی کادمیوم خاک را کاهش می‌دهد.Shi et al (۲۰۰۹) با بررسی جنبه‌های کاربردی زئولیت طبیعی برای اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین دریافتند که زئولیت می‌تواند به طور قابل توجهی جذب سرب و کادمیوم توسط گیاهان را کاهش داده و منجر به تبدیل شکل-های قابل دسترسی سرب و کادمیوم به شکل‌های غیردسترس شود. با توجه به اهمیت کاربرد زئولیت و برتری این کود معدنی تاکنون مطالعات زیادی در سطح کشور و جهانی صورت گرفته اما مطالعات در زمینه رفع آلودگی از محصولات کشاورزی حاصل از خاک‌های جنگی اندک بوده است. وجود منابع عظیم زئولیت به ویژه کلینوپتیلولیت در ایران سبب شد تا این نوع زئولیت برای حذف آنتیموان در خاک‌های آلوده به جنگ افزارها در این پژوهش مورد استفاده قرار گیرد. از این رو این پژوهش با هدف تأثیر زئولیت بر کلروفیل و جذب آنتیموان و منیزیم توسط گندم در خاک های آلوده به انجام رسید.

**مواد و روش‌ها**

این پژوهش با کاربرد سطوح مختلف زئولیت در خاک‌های آلوده و غیرآلوده و کشت گیاه گندم به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، بصورت گلدانی خارج از گلخانه اجرا شد. خاک نمونه برداری شده از جنوب دهلران (مرز بین ایران و عراق، منطقه شرهانی تا زبیدات عراق) مربوط به ۸ سال جنگ عراق با ایران، که عراق طی آنها طیف وسیعی از بمبها و سلاحهای جنگی و شیمیایی استفاده کرده بود. بدین منظور با توجه به شواهد و قرائن ۵۰ نقطه آلوده، نمونه برداری گردید و این نمونها برای سطح خاک آلوده در نظر گرفته شد. همچنین ۵۰ نقطه دیگر خارج ازمحلهای آلوده که در تیررس دو کشور قرار نگرفته، با فاصله ۱۰۰۰ متر به عنوان سطح خاک غیر آلوده انتخاب و نمونه برداری گردید. هریک از دو نوع ۵۰ نمونه خاک جداگانه با یکدیگر مخلوط و دو نمونه خاک مرکب تهیه شد. خاک مرکب پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلی متری عبور داده و با روش متداول آزمایشگاهی برخی ویژگی های شیمیایی و فیزیکی آن اندازه گیری گردید (جدول۱).طزئولیت مورد استفاده از شرکت افرند توسکا تهیه گردید و پس از شستشو با آب مقطر و هوا خشک کردن از الک یک میلی متری عبور داده شدند. سپس کانی شناسی آن با استفاده از روش پراش اشعه ایکس تعیین شد که نشان داد بیش از ۷۵ درصد زئولیت مورد استفاده از کلینوپتیلولیت خالص تشکیل شده است. برخی از ویژگی‌های زئولیت در جدول ۲ آمده است. پس از مشخص شدن تیمارها چهارسطح زئولیت با توجه به پتانسیل اسمزی خاک در نظر گرفته شد که عبارتند از۲/۵ ($a_4$)، ۱/۵($a_3$)، ۰/۵($a_2$)، صفر ($a_1$)درصد وزنی، آن را با خاک آلوده و غیر آلوده جداگانه مخلوط و با وزن ۱۰ کیلوگرم برای هر گلدان وارد گردید.(ارتفاع گلدان ۴۰ و قطر ۲۰ سانتیمتر). تاریخ کشت ۱۵ آبان‌ماه در نظر گرفته شد. داخل هر گلدان ۱۰ عدد بذر گندم رقم چمران کشت گردید. پس از استقرار گیاهان شماره بوته به ۵ عدد تنک گردید. عملیات آبیاری با توجه به شرایط بارندگی اهواز(۹۵-۹۴)، فقط هفته‌ای یک بار آبیاری انجام پذیرفت. جهت حفظ شرایط طبیعی خاک از هیچگونه نهادهای کودی و سم استفاده نشد. ۷۵ روز پس از کشت، میزان کلروفیل در برگ در مرحله آبستنی با استفاده ازکلروفیل سنج502 – SPAD(عزیزی،۱۳۹۳) تعیین شد. منیزیم در دانه گندم به روش هضم خشک با استفاده از کوره در دمای ۵۵۰ درجه و محلول کردن و تیتراسیون با ورسین(غازان شاهی، ۱۳۸۵). برای تعیین آنتیموان دانه، در زمان برداشت آنها را آسیاب کرده و از روش هضم با $HNO_3$ غلیظ و آب اکسیژنه ۳۰ درصد استفاده گردید و غلظت این عنصر در دانه بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل Unicam919AA در طول موج ۲۱۷/۵۸ تعیین گردید.(سادات عراقی شهری و همکاران، ۱۳۹۳). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از روش برش‌دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد استفاده گردید.

**نتایج و بحث**

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و زئولیت در جدول ۱و۲ نشان داده شده است. pH خاک یکی از عوامل کنترل کننده قابلیت دسترسی فلزات سنگین در خاک می‌باشد. pH خاک آلوده نسبت به خاک غیرآلوده اسیدی بود. همان گونه که در جدول ۱ آمده است هدایت الکتریکی خاک آلوده،۴/۸۳ دسی زیمنس بر سانتیمتر که در مقایسه با خاک غیر آلوده

غلظت بالاتری نشان می‌دهد. غلظت آنتیموان در خاک آلوده به سلاحهای جنگی و شیمیائی۲۵۵/۸ میلی گرم بر کیلـوگرم کـه در مقایسه با خاک غیرآلوده غلظت بالائی را نشان می دهد و بیانگر این است که این عنصر از طریق جنگ افزارها و چاشنی‌های انفجاری به خاک واردگردیده است.

**جدول۱- برخی خصوصیات شیمیایی در خاک‌های آلوده و غیر آلوده**

| خاک | pH | EC | $K_{AV}$ | N | P | Ni | Sb | OC | CEC | CaCO3 | رس | شن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| – | – | dS $m^{-1}$ | mg. $kg^{-1}$ | % | mg. $kg^{-1}$ | mg. $kg^{-1}$ | mg. $kg^{-1}$ | % | CmoL. $kg^{-1}$ | % | % | % |
| **آلوده** | ۶/۶۳ | ۴/۸۳ | ۵۳۹/۷ | ۰/۱۶۳ | ۴۷/۴ | ۱۳۲/۴ | ۸/۲۲۵ | ۰/۶۹ | ۱۳/۶۴ | ۷/۱۶ | ۲۹ | ۴۱ |
| **غیرآلوده (شاهد)** | ۷/۵۶ | ۳/۱۵ | ۱۴۲/۶ | ۰/۰۵۸ | ۴/۸۵ | ۲۵/۷۸ | ۴/۱۵ | ۰/۱۷ | ۹/۵۲ | ۱۳/۵۲ | ۲۲ | ۴۱ |

**جدول۲- برخی خصوصیات شیمیایی زئولیت مورد استفاده**

| پارامتر | واحد | مقدار |
|---|---|---|
| pH | – | ۸/۴۵ |
| EC | dS $m^{-1}$ | ۰/۰۹۷ |
| CEC | Cmol $kg^{-1}$ | ۱۷۰ |
| SiO2 | درصد | ۶۶/۵ |
| Al2O3 | درصد | ۱۱/۸۱ |
| Fe2O3 | درصد | ۱/۳ |
| TiO2 | درصد | ۰/۲۱ |
| CaO | درصد | ۳/۱۱ |
| MgO | درصد | ۰/۷۲ |
| Na2O | درصد | ۰/۵ |
| K2O | درصد | ۳/۱۲ |
| P2O5 | درصد | ۰/۰۱ |

### تأثیر تیمارهای زئولیت ونوع خاک بر میزان کلروفیل

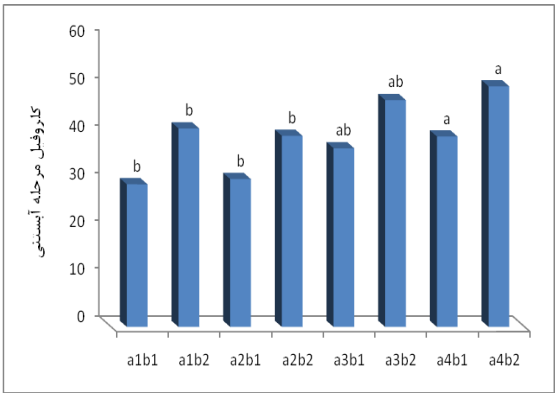
با توجه به جدول تجزیه واریانس ( جدول۳)نتایج نشان می دهد تأثیر تیمارهای زئولیت و نوع خاک بر شاخص کلروفیـل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است ولی اثر متقابل آن بر کلروفیل معنی دار نیست. نتایج مقایسـه میـانگین‌هـا ( شـکل ۱) نشـان می‌دهد تأثیر تیمارهای زئولیت در هر دو خاک تأثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش کلروفیل داشته است.در خاک آلوده و خاک غیر آلوده تأثیر تیمار زئولیت بر کلروفیل ناشی از تفاوت معنی‌دار تیمارهـای ۲/۵درصـد بـا گـروه‌هـای۰/۵و شـاهد اسـت. بـین تیمار۱/۵ با سایر تیمارها تفاوت معنی دار مشاهده نشد. بیشترین میانگین کلروفیل مربوط به خاک آلوده با کاربرد زئولیـت ۲/۵ درصد با میانگین کلروفیل ۵۰/۵۶ و کمترین آن مربوط تیمار خاک غیر آلوده و عدم کاربرد زئولیت با کلروفیل ۲۹/۹ نشان داده شد. از دلایل معنی دار شدن افزایش کلروفیل تحت کاربرد زئولیت،افزایش فراهمی و قابلیت دسترسی گیـاه بـه عناصـر غـذایی موجود در زئولیت و افزایش جذب نیتروژن و منیزیم می‌باشد.زئولیت در محـیط کشـت باعـث افـزایش میـزان فتوسـنتز،کارایی مزوفیل،کارایی مصرف آب و میزان کلروفیل می‌شود(پازاکی،۱۳۸۹). در تیمار خاک آلوده میزان کلروفیل ۴۱/۶ و در خاک غیـر

آلوده میزان کلروفیل ۲۹/۹ که نشان می‌دهد میزان کلروفیل درخاک آلوده در مقایسه با غیر آلوده ۲۸/۱درصد افـزایش نشـان داد که دلیل این امر فراهمی عناصر بخصوص نیتروژن و فسفر و دیگر عناصر در خاک آلوده است که از طریق بمب‌هـا و جنـگ افزارها به خاک وارد شده و سبب افزایش کلروفیل گردیده است.

**جدول۳: تجزیه واریانس حاصل از اثر خاک و زئولیت بر کلروفیل در مرحله آبستنی، منیزیم و آنتیموان در دانه گندم**

| منبع تغییر | درجه آزادی | کلروفیل | منیزیم | آنتیموان |
|---|---|---|---|---|
| زئولیت | ۳ | ۱۴۲/۷۳۶$^{**}$ | ۰/۰۱۷$^{**}$ | ۴/۶۵۵$^{**}$ |
| خاک | ۱ | ۶۴۵/۸۴۴$^{**}$ | ۰/۰۰۴$^{**}$ | ۱۲/۰۳۳$^{**}$ |
| خاک * زئولیت | ۳ | ۱/۸۴۲$^{ns}$ | ۰/۰۰۱$^{*}$ | ۱/۴۳۳$^{**}$ |
| خطا | ۱۹ | ۱۴ /۱۳۶ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۱ |
| کل | ۲۴ | | | |

*نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ، ** معنی داری در سطح ۰/۰۱ ns غیرمعنی‌دار می‌باشد

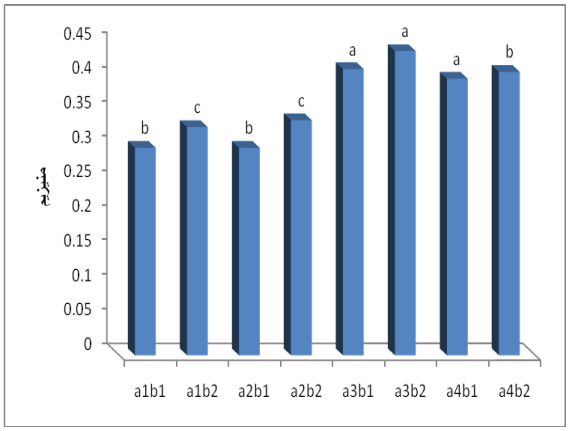



**تیمارهای زئولیت و خاک**

**شکل۱- اثر سطوح مختلف زئولیت و نوع خاک بر میانگین کلروفیل**

## بررسی تأثیر تیمارهای زئولیت و نوع خاک بر درصد منیزیم

نتایج مقایسه میانگین ها (شکل ۲) نشان می دهد در خاک آلوده و غیر آلوده تأثیر معنی دار زئولیت بر جذب منیزیم ناشی از تفاوت معنی‌دار گروه‌های زئولیت ۱/۵ و۲/۵ درصد با گروه‌های۰/۵ و شاهد است. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو خاک کاربرد زئولیت باعث افزایش معنی‌دار منیزیم در دانه گندم گردیده که در وضعیت کاربردی سطوح زئولیت یعنی ۱/۵ درصد میزان منیزیم دانه گندم در تیمار خاک آلوده ۰/۴۴۶درصد و در خاک غیر آلوده ۰/۴۱۴درصد مشاهده شد و این امر به این دلیل است که منیزیم در ساختار بازی زئولیت وجود دارد و با افزایش غلظت زئولیت میزان جذب منیزیم در خاک افزایش و لذا منجر به افزایش منیزیم در دانه گردید. آزمایشات متعدد نشان می‌دهد که زئولیت در خاک می‌تواند به رهاسازی برخی عناصر غذائی مؤثر باشد و به جذب آن توسط گیاه کمک کند. رهاسازی فسفر، پتاسیم، منیزیم، روی، آهن، مس و غیره در حضور زئولیت در یک خاک طبیعی زیاد می‌شود. بیشترین میزان جذب منیزیم دانه در خاک آلوده در تیمار ۱/۵ درصد زئولیت با غلظت ۰/۴۴۶ درصد و کمترین میزان جذب منیزیم در خاک غیرآلوده(بدون کاربرد زئولیت) با غلظت ۰/۳۰۳ درصد مشاهده گردید. در خاک آلوده میزان جذب منیزیم دانه بدون عدم کاربرد زئولیت ۰/۳۳۴ درصد و در خاک غیرآلوده(عدم کاربرد زئولیت) با غلظت ۰/۳۰۳ درصد مشاهده شد. این تفاوت ناشی از بالا بودن غلظت منیزیم در خاک آلوده است که از طریق جنگ افزارها به خاک وارد شده است.کاربرد زئولیت در خاک بر غلظت عناصر ضروری در گیاه تأثیر گذاشته و موجب افزایش سطح کلسیم و منیزیم در بافت گیاهی و باعث کاهش کادمیوم می‌گردد (فتحی و چرم،۱۳۹۲).

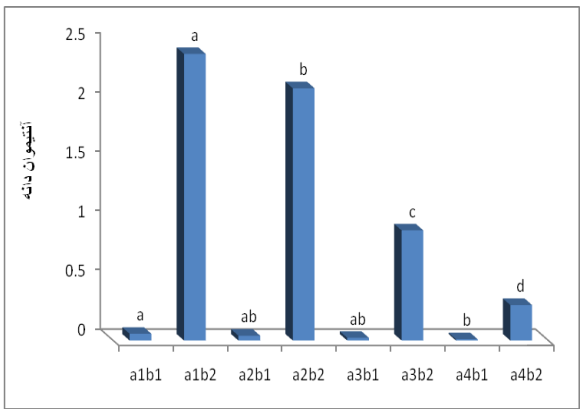



**تیمارهای زئولیت و خاک**

**شکل۲- اثر سطوح مختلف زئولیت و نوع خاک بر میانگین منیزیم دانه**

### تأثیر تیمارهای زئولیت و خاک برغلظت آنتیموان

نتایج مقایسه میانگین (شکل۳) نشان داد در خاک غیر آلوده به دلیل غلظت پایین عنصر، تفاوت معنی دار در شرایط کاربرد زئولیت ۲/۵ درصد با تیمار شاهد مشاهده شد در صورتیکه بین سایر سطوح تیمارها تفاوتی مشاهده نگردید. در خاک آلوده به جنگ افزارها، کاربرد زئولیت تأثیر متفاوت و معنی دار بر کاهش غلظت انتیموان در دانه گندم نشان داد و بین سطوح تیماری دیگر تفاوت معنی دار مشاهده گردید. نتایج نشان می دهد با بیشترین سطح زئولیت در خاک آلوده غلظت آنتیموان دانه در مقایسه با شاهد ۸۷/۲ درصد کاهش نشان می دهد. بیشترین جذب آنتیموان مربوط به خاک آلوده با عدم کاربرد زئولیت با غلظت ۲/۴۲ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۲/۵ درصد زئولیت مربوط به خاک غیر آلوده با غلظت ۰/۰۱۱میلی گرم بر کیلوگرم بود که بیانگر تأثیر مثبت زئولیت در رهاسازی عناصر مفید و گزینش و پایش آنتیموان می باشد. از دلایل دیگر کاهش آنتیموان می توان به pH قلیائی و بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت اشاره کرد. جذب فلزات سنگین توسط زئولیت از طریق مکانیسم های مختلف تبادل یونی و جذب سطحی صورت می گیرد. در طی فرایند یونی، یونها مجبور به حرکت از میان توده زئولیت و کانال آن می باشند. در تیمار خاک آلوده غلظت این عنصر ۲/۴۲میلی گرم بر کیلوگرم و در خاک غیر آلوده ۰/۰۵۷ میلی گرم بر کیلوگرم که نشان می دهد میزان غلظت این عنصر در تیمار خاک آلوده در مقایسه با خاک غیرآلوده ۹۷٪ بیشتر است که بیانگر اثر محدودیت و بالا بودن غلظت آنتیموان در خاک آلوده است که توسط جنگ افزارها و بمب ها به خاک وارد و سبب افزایش جذب آن گیاه گردیده است.




**شکل ۳- اثر سطوح مختلف زئولیت و نوع خاک بر میانگین آنتیموان دانه گندم**

## نتیجه گیری

نتایج نشان داد خاک‌های آلوده به جنگ افزارها به دلیل وجود آنتیموان در چاشنی‌ها و ورود به خاک موجب افزایش غلظت آنتیموان دانه گندم می گردد که نشان دهنده به خطر افتادن امنیت غذایی جامعه می باشد لذا کاربرد زئولیت، غلظت این عنصر را به طور معنی داری کاهش داد و این امر به دلیل بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت می باشد ضمنا زئولیت در ساختار کاتیونی خود دارای عناصر قلیایی به خصوص منیزیم است که با رهاسازی آنها منجر به افزایش منیزیم و کلروفیل در گندم می گردد.

## منابع

ابوغزاله، ع.۱۳۸۰. جنگ عراق و ایران ،مرکز مطالعات و تحقیقات جنگ سپاه.

انصاری مهاآبادی، ث .۱۳۸۲ بررسی اثر کانی‌های زئولیت بر جذب کادمیم در محلول‌های آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی صنعتی اصفهان.

پازاکی، ع. ۱۳۸۹. اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت گلزا در منطقه شهرری، مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶ شماره ۱،صفحه‌های ۱۶تا۱۷.

حسینی ابری، س. ع.؛ کاوه، م. ا. و صالح پرهیزکار؛م.ر.۱۳۸۶بررسی ساختار شیمی زتولیت طبیعی و مزایای استفاده از آنها به عنوان اصلاح کننده خاکهای کشاورزی، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد. شماره ۶۴ .

سادات عراقی شهری،م؛ لاهوتی،م؛ قاسم زاده،ف واجتهادی، ح.۱۳۹۳. بررسی اثر غلظت های مختلف آنتیموان بر برخی شاخص های بیو شیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه هندوانه. نشریه علوم باغبانی ،جلد۲۸،شماره۱،صفحه‌های۶۱-۵۴.

غازان شاهی،ج .۱۳۸۵.آنالیزخاک وگیاه. انتشارات آییژ. تهران.

فتحی، م و چُرم، م.۱۳۹۲. تأثیر زئولیت بر عناصر سنگین در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و رشد گیاه ذرت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

قربانی،ا ؛عابدی،م. ح. ؛برزگر،ع. و طارمیان،ف.ز. ۱۳۸۸ .اپیدمیولوژی ضایعات و کشته شدگان ناشی از مین و مواد منفجره به جای مانده از جنگ عراق علیه ایران،مجله علمی پزشکی قانونی،دوره ۱۵،شماره۳،صفحه‌های ۱۸۸-۱۸۲.

قنبری زاده، ل و چرم، م.۱۳۸۱.بررسی خصوصیات شیمیایی خاکهای مناطق اطراف خرمشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی شهید چمران.

مجیدی ،ع.۱۳۹۳.استفاده از کلروفیل سنج مینولیتا SPAD-502 برای برآورد غلظت نیتروژن برگ و پروتئین دانه در گندم.نشریه پژوهشهای خاک ،جلد ۲۸،شماره ۲ ،ص ۲۶۴-۲۴۵.

Leaniny, J. 2000. Environmental and health: Impact of war. CAMJ,163 (9): 1157-61.

Ming, D.W., and Mumpton, F.A. 1989. Zeolite in soils. P 873-909. In Minerals in Soil Environments (2nd Edition). SSSA. Madison, WI.

Shi, W.Y, Shao, H.B., Li H., Shao M.A and Du S.2009. Progress in the remediation of hazardous heavy metal, Polluted Soils by natural Zeolite. J. Hazardous mater, 170:1-6.

علی آزوغ [۱]، سید کیوان مرعشی [۲*]، تیمور بابائی نژاد [۳]،

۱ و ۲ - گروه زراعت، ۳- گروه خاکشناسی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

**Effect of zeolite on chlorophyll, magnesium and antimony absorbed by plants in soils contaminated with munitions and chemical weapons**

Ali Azoogh, Seyyed Keyvan Marashi, Teimour Babaie Nejad
Islamic Azad University of Ahvaz

**Abstract**

Harmful effects of weapons possession on primary and secondary effects of pollution is damage to the environment, particularly soil and plants. The main limitation of crops, especially wheat is high concentrations of heavy metals in contaminated soils in war zones is especially antimony. The use of zeolite is the best option for solving the problem of contaminated soils war zones, which wheat is cultivated. The aim of this study was to evaluate the effect of natural zeolite on chlorophyll and antimony absorption by wheat in soils contaminated to weapons of war. This experiment were performed on the basis of factorial in a randomized completely design with three replications for each pot. Treatments consisted of four levels of zeolite 2.5 ($a_4$), 1.5 ($a_3$), 0.5 ($a_2$), 0 ($a_1$) percent of the weight of soil and two soil surface, a surface far from war zones (without contamination) ($b_1$) and other one was from contaminated soil to weapons ($b_2$). The results showed that the soils contaminated with munitions, increased the concentration of antimony in wheat. Meanwhile, the use of zeolite in soil contaminated significantly reduced these elements in plant. Also the highest applied level of zeolite increased chlorophyll and magnesium in plant in both soils, significantly.

**Keywords:** weapons, pollution, zeolite, antimony, chlorophyll.